

Foto: Luiz Gonzaga Chitarra



Manejo de Fitonematoides na Cultura do Algodoeiro

Fabiano José Perina¹
Wilton Macedo Coutinho²
Nelson Dias Suassuna¹
Luiz Gonzaga Chitarra¹
Julio Cesar Bogiani¹
Fernando Mendes Lamas³
Regina Maria Dechechi Gomes Carneiro⁴

Introdução

Os fitonematoides estão entre os principais problemas fitossanitários da cultura do algodoeiro no Brasil. Em geral, os problemas associados à presença desses parasitas são intensificados por práticas inadequadas do sistema de cultivo, como o uso contínuo e intensivo das áreas cultivadas com culturas hospedeiras suscetíveis, que propiciam um rápido aumento da população desses parasitas, associadas ao trânsito de máquinas e implementos agrícolas entre diferentes áreas, as quais facilitam a rápida dispersão desses organismos nas áreas de cultivo.

As principais espécies de nematoides de importância econômica associadas ao algodoeiro são: o nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*), o nematoide reniforme (*Rotylenchulus reniformis*) e o nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*). Essas espécies, em geral, possuem uma ampla gama de hospedeiros, sendo capazes de infectar tanto plantas daninhas, quanto outras culturas de importância econômica, frequentemente utilizadas nos sistemas de sucessão ou rotação de culturas.

Essas três espécies de nematoides estão presentes nas principais regiões produtoras de algodão do Brasil (MATOS et al., 2010; GALBIERI et al., 2014). Num levantamento realizado durante as safras 2011/2012 e 2012/2013 em áreas de produção de algodão no Estado de Mato Grosso, foi constatada a ocorrência de *P. brachyurus* em 96% das amostras. A espécie *R. reniformis* estava presente em 10% dos talhões amostrados, enquanto *M. incognita* foi detectado em 23% das amostras (GALBIERI et al. 2014). Esse levantamento evidenciou que, muito embora a ocorrência do nematoide das lesões radiculares seja mais frequente no Estado do Mato Grosso do que o nematoide das galhas, as perdas ocasionadas pelo nematoide das galhas são mais acentuadas e evidentes, destacando, portanto, a importância dessa espécie na cultura do algodoeiro.

Quando comparado esse resultado com os resultados de levantamentos anteriores realizados por Silva et al. (2003), constata-se um aumento significativo da população de *R. reniformis* e *M. incognita* em áreas de cultivo, sendo determinante a presença desse último nematoide na redução da produtividade de algodão nas áreas amostradas. Em áreas infestadas, mesmo com baixos níveis populacionais de *M. incognita*, podem ocorrer

¹Engenheiro-agrônomo, D.Sc., Embrapa Algodão, Rua Oswaldo Cruz, 1143, Campina Grande, PB, CEP 58428-095.

²Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Embrapa Algodão.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc., Embrapa Agropecuária Oeste, Rodovia BR 163, Km 253,6, Dourados, MS, CEP 79804-970.

⁴Engenheira-agrônoma, Ph.D., Embrapa Cenargem, Parque Estação Biológica - PqEB s/nº. Brasília, DF - Brasil - CEP 70770-901.

perdas na produção entre 10% e 20%, podendo alcançar entre 20% e 50% de perdas em áreas com altos níveis de infestação, problema que se agrava com a diagnose tardia dos nematoides (INOMOTO, 2005). Ressalta-se, ainda, que além dos danos causados diretamente pela ação dos nematoides, devem ser considerados os danos causados pela ação sinérgica entre nematoides e fungos habitantes do solo, capazes de causar doenças como murcha vascular e podridão radicular.

Uma das grandes dificuldades em relação ao manejo de fitonematoides é que, em geral, sua ocorrência em uma determinada área de cultivo só é percebida quando da presença de elevados níveis populacionais, que resultam em severas perdas de produção. Isso se deve ao fato de os sintomas, oriundos da infecção por estes organismos, serem facilmente confundidos com sintomas de deficiência nutricional ou de outra natureza. Portanto, para evitar perdas de produção devido à ocorrência de fitonematoides, é importante que se estabeleçam medidas de manejo, que envolvam um eficiente sistema de monitoramento e diagnose, aliadas ao uso de diferentes práticas agrícolas, com o propósito de impedir que a população desses parasitas aumente e se dissemine nas áreas de plantio.

Monitoramento e Diagnose

Considerando as dificuldades em identificar a presença de fitonematoides na área cultivada, situação que, na maioria das vezes, só ocorre quando os sintomas na parte aérea das plantas são visíveis e os danos à produção já são significativos, não se recomenda esperar pelo aparecimento de sintomas para implantar um programa de monitoramento e acompanhamento frequente da presença de populações de nematoides nas áreas de cultivo. Para que se tenha um método efetivo de manejo de nematoides, é imprescindível realizar o monitoramento constante da área com a finalidade de se ter o conhecimento detalhado das espécies de nematoides presentes, bem como sua densidade populacional e sua localização.

Tendo em vista as particularidades de cada espécie de fitonematoides que parasitam o algodoeiro, recomenda-se que um programa de monitoramento seja estabelecido. Tal monitoramento deve ser realizado pelo menos uma vez por safra, com base

na análise nematológica do solo, com o objetivo de diagnosticar a presença de nematoides antes do aumento populacional. A análise nematológica possibilitará o conhecimento da(s) espécie(s) presente(s) na área e permitirá a adequação das medidas de manejo mais apropriadas à realidade do sistema de cultivo adotado.

Amostragem e análise nematológica

A amostragem terá maior precisão e confiabilidade quanto maior e mais representativo for o número de subamostras por talhão/área de plantio. Para uma boa representatividade da situação encontrada no campo, durante a amostragem, deve-se considerar que a distribuição de nematoides no campo não ocorre de forma uniforme, mas sim em forma de agregados, ou reboleiras (GOULART, 2010). Deve-se considerar ainda que os nematoides tendem a se agrupar em locais onde se concentram as raízes das plantas; portanto, as amostragens realizadas na zona de concentração radicular, entre 10 cm e 25 cm dentro ou próximo à linha de plantio, são mais representativas (OVERSTREET et al., 2012).

Deve-se considerar, também, que muito embora os danos associados aos nematoides sejam mais evidentes em solos arenosos do que em argilosos, por ocasião da ocorrência desses dois tipos de solos numa mesma área, os nematoides provavelmente estarão distribuídos em ambos os solos, não se restringindo apenas aos arenosos (OVERSTREET et al. 2012). Assim, a amostragem de fitonematoides deve ser feita periodicamente, como parte da rotina de atividades da cultura. O momento ideal para a amostragem de nematoides em algodoeiro coincide com o momento em que a cultura está em pleno desenvolvimento vegetativo (entre 60 e 130 dias após a semeadura), com solo úmido.

A amostragem deve ser realizada pelo menos uma vez por safra e possibilitará ao agricultor determinar se as práticas de manejo adotadas na área estão favorecendo ou não o aumento da população de nematoides, e, com essa informação, tomar decisões acerca da inserção de medidas de controle. Em relação à escolha do local de amostragem, alguns cuidados devem ser adotados, como a divisão dos talhões/áreas de acordo com os níveis de produtividade, textura do solo, sistema de cultivo e com histórico de ocorrência de problemas fitossanitários na área, em especial com patógenos

habitantes do solo, cuja incidência pode se agravar com a presença de nematoídes (POWELL, 1971).

Sugere-se a realização de um número mínimo de 12 subamostras por talhão de 10 ha, coletadas na profundidade de 0 - 25 cm, as quais devem compor uma amostra com no mínimo 800 g de solo e 100 g de raízes de algodoeiro (GALBIERI et al. 2014). As raízes a serem coletadas devem ser cortadas do sistema radicular no momento da coleta e devem conter o maior número possível de raízes pequenas constituintes do sistema radicular.

Após a coleta, as amostras devem ser imediatamente acondicionadas em sacolas plásticas e colocadas em uma caixa térmica sem gelo. Esta prática visa evitar a mudança brusca de temperatura e a exposição das amostras ao sol. As amostras devem ser enviadas o mais rápido possível para um laboratório de nematologia. Se houver necessidade de armazenar as amostras, estas devem ser mantidas por no máximo uma semana em câmara fria ou geladeira, com temperatura entre 5 °C e 10 °C.

Diagnose

Os sintomas mais comuns do ataque de fitonematoídes que podem ser observados na parte aérea são sintomas reflexos, que aparecem de forma irregular e agrupados em reboleira, por causa da limitada capacidade de locomoção própria dos fitonematoídes. Geralmente os primeiros sintomas reflexos que aparecem na parte aérea e sinalizam a presença de nematoídes atacando o sistema radicular são: diminuição do porte das plantas, que ocasiona a desuniformidade na lavoura, formando os característicos “altos e baixos”; falhas no controle de plantas daninhas e baixo rendimento produtivo da área com o passar dos anos.

Os sintomas mais evidentes geralmente são observados pelo agricultor quando a situação está mais grave, e estão associados à presença de nematoídes em altas densidades populacionais, tais como alteração na coloração das folhas, que varia desde o amarelecimento internerval - sintoma carijó (Figura 1), muitas vezes com galhas nas raízes das plantas (Figura 2), até o avermelhamento e redução no número e tamanho dos ramos, folhas e maçãs. Em casos de infestações severas, pode ocorrer aceleração do ciclo de crescimento e morte das plantas (SUASSUNA et al., 2007).



Figura 1. Sintoma carijó em plantas de algodoeiro parasitadas pelo nematoíde-das-galhas.



Figura 2. Sistema radicular de algodoeiro com galhas causada pelo ataque do nematoíde-das-galhas (*Meloidogyne incognita*). Setas indicam a presença de galhas.

Em relação ao nematoíde reniforme, pode ser observado o difícil desprendimento de partículas do solo do sistema radicular em que, mesmo após lavagem, as raízes se mantêm sujas, devido à aderência de partículas de solo à massa de ovos contidas nas raízes. O sintoma carijó pode ser observado, ocasionalmente, em plantas de algodoeiro severamente parasitadas pelo nematoíde reniforme.

No ataque causado pelo nematoíde das lesões (*P. brachyurus*), o sintoma típico é a redução do crescimento da parte aérea associada ao escurecimento do sistema radicular, decorrente das inúmeras lesões proporcionadas pela alimentação do nematoíde, seguida de migração para outras raízes. Um detalhe importante é que plantas atacadas por esse fitonematoíde, geralmente, não apresentam o sintoma carijó, bastante comum em plantas atacadas por *M. incognita* e que pode ser encontrado em plantas severamente atacadas por *R. reniformis*.

Manejo

Uma vez diagnosticada a espécie predominante de fitonematoide presente na área, o próximo passo é estabelecer as medidas de controle mais adequadas a cada espécie encontrada. Como é praticamente impossível eliminar os nematoides presentes no solo, as medidas de controle devem visar à diminuição da população inicial ou da capacidade infectiva do nematoide, assim como evitar a disseminação, introdução e a seleção de espécies ou raças de nematoides (DROPKIN, 1980). Vale ressaltar que o sucesso do manejo de fitonematoides será diretamente proporcional à eficiência do monitoramento das populações desses patógenos nas áreas de cultivo.

Estas medidas devem ser intensificadas quando a população de *M. incognita* for superior a 10 juvenis/200 cm³ de solo e a população de *R. reniformis* estiver entre 400 e 600 juvenis/200 cm³ de solo, detectados na análise nematológica (SUASSUNA et al. 2008). O ideal é que as medidas de controle sejam empregadas de forma integrada, a fim de assegurar a diminuição da população em longo prazo, levando-se em consideração a capacidade do nematoide de se multiplicar em diferentes plantas hospedeiras. Essas medidas são abordadas resumidamente a seguir, dentro do contexto do manejo cultural.

Durante o preparo da área

Antes do preparo do solo e da realização de qualquer operação cultural que envolva a utilização de máquinas e implementos agrícolas, deve-se realizar a limpeza prévia de pneus das máquinas e partes funcionais dos implementos, utilizando um jato de água ou método similar, em local apropriado, de modo a assegurar que tais partes ativas, estejam livres de torrões de terra provenientes de áreas contaminadas com nematoides. Os nematoides possuem limitada capacidade de movimentação própria (ASMUS & GALBIERI, 2014). Por outro lado, pneus de tratores podem carregar até 600 nematoides/100 cm³ de solo (ASMUS et al., 2011), isso significa que a cada 1 litro de solo aderido ao pneu do trator ou implemento, podem estar sendo introduzidos cerca de 6.000 nematoides na área de cultivo. Assim, o trânsito de máquinas agrícolas com restos de solo entre áreas é um dos principais mecanismos de disseminação e introdução de fitonematoides de áreas infestadas para as áreas livres do patógeno (Figura 3).

Foto: Fabiano José Perina



Figura 3. Implemento subsolador contendo grande quantidade de solo aderido, que pode introduzir altas populações de fitonematoides entre áreas.

Outra medida importante a ser realizada é a de planejar o preparo de áreas infestadas por último dentro do cronograma de preparo (ASMUS, et al., 2011), uma vez que algumas espécies, a exemplo do nematoide reniforme do algodoeiro, são eficientemente disseminadas por partículas de solo carregadas pelo vento, por causa da sua capacidade de resistir à dessecação do solo, podendo permanecer viável sob condições de seca, durante a entressafra ou vazio fitossanitário, mesmo na ausência de plantas hospedeiras. Assim, com o revolvimento do solo dessas áreas após o preparo de áreas não infestadas, evita-se a disseminação desse nematoide pelo vento, via partículas de solo, situação frequentemente observada em propriedades que produzem algodão no Cerrado brasileiro (Figura 4).

Foto: Julio César Bogiani



Figura 4. Prática de manejo do solo que deve ser evitada em áreas infestadas com o nematoide reniforme.

Em áreas infestadas por nematoides, deve-se primeiramente rever as últimas análises nematológicas realizadas em safras anteriores, com o propósito de avaliar se as medidas culturais que vêm sendo realizadas durante a safra vigente estão

surtindo efeito positivo ou negativo sob a população de fitonematoídeos, ao comparar o nível populacional obtidos em análises atuais com os obtidos em safras anteriores (NCC, 2014).

No sistema de preparo convencional do solo, algumas práticas auxiliam no manejo dos fitonematoídeos. Entre essas se destacam o preparo do perfil do solo com a subsolagem, que irá permitir um crescimento adequado da raiz pivotante do algodoeiro; o preparo do solo com arado aiveca, que pode enterrar os nematoídeos em maior profundidade no solo ao inverter a camada de solo, permitindo, assim, crescimento da raiz pivotante antes dos nematoídeos atingi-la; além da própria aração com arado de discos, seguida de gradagem, que proporcionará a mistura do solo que estava na região da zona radicular com o solo de fora da zona radicular, resultando em menor população inicial de nematoídeos que entrarão em contato com as primeiras raízes emitidas após o plantio. Portanto, desde que tomados os devidos cuidados de limpeza prévia dos pneus e implementos antes e após o preparo das áreas infestadas, tais práticas contribuem para diminuição da densidade populacional dos nematoídeos.

Os sistemas plantio direto ou cultivo mínimo devem ser monitorados constantemente por meio da análise nematológica, uma vez que o não revolvimento do solo pode ter efeito oposto e prejudicial sobre o manejo de nematoídeos. Nesses sistemas, quando se constatar a presença de nematoídeos, o agricultor deve ter atenção especial em relação à escolha de espécies de plantas de cobertura, optando por aquelas que não multipliquem a espécie de nematoídeo presente na área.

Considerando a ampla gama de plantas que hospedam as três principais espécies de nematoídeos que acometem o algodoeiro, deve-se assegurar que a área a ser cultivada se mantenha livre de plantas daninhas, tigueras e/ou restos culturais suscetíveis ao nematoídeo durante a safra ou em períodos de vazio fitossanitário. Esse assunto será abordado com maior detalhe no item Rotação e/ou sucessão com espécies vegetais de cobertura do solo ou adubação verde em áreas infestadas.

Durante a implantação da cultura

Durante a implantação em áreas infestadas, o tratamento de sementes com produtos nematicidas registrados para algodoeiro é uma forma eficaz de garantir uma menor infecção na fase inicial e

promover a diminuição da população inicial dos nematoídeos no estabelecimento da cultura. Vale ressaltar que, atualmente, os produtos nematicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para uso em algodoeiro são indicados apenas para o tratamento de sementes (AGROFIT, 2014). Assim, um dos cuidados a serem adotados na escolha do produto diz respeito à sua solubilidade. Nesse sentido, indicam-se produtos com maior solubilidade para áreas com solos predominantemente arenosos e com menor intensidade de chuvas; para áreas de solos argilosos e com maior intensidade de chuvas, sugere-se o uso de produtos menos solúveis (ASMUS et. al., 2011).

Além do tratamento de sementes, ressalta-se a importância de se controlar, de forma efetiva, as plantas daninhas em pré-emergência, a fim de evitar que essas sirvam de alimento alternativo para o desenvolvimento da população de nematoídeos enquanto as plântulas de algodoeiro permanecem sob ação do nematicida. Em sistemas de produção de algodão irrigado, deve-se atentar, ainda, à qualidade da água de irrigação, especialmente em propriedades que captam água de açudes e/ou de cursos d'água que recebem aporte de água de enxurrada, fonte carreadora de fitonematoídeos de áreas infestadas.

Outra opção que pode ser utilizada em áreas infestadas, de forma integrada aos demais métodos de manejo, consiste na utilização do controle biológico por meio do uso de microrganismos (fungos, bactérias, nematoídeos predadores, ácaros e actinomicetos, etc.) capazes de reduzir a população de nematoídeos. O controle biológico de nematoídeos é um processo que ocorre naturalmente no solo e pode ser estimulado por meio de práticas culturais que favoreçam a atividade microbiana do solo, ou pela manipulação do ambiente por meio da introdução de microrganismos como fungos e bactérias antagonistas.

Durante o desenvolvimento da cultura

Durante o pleno desenvolvimento do algodoeiro, sugere-se realizar um cronograma de coleta de amostras de solo e raízes para envio a laboratórios de nematologia. É importante seguir uma metodologia de coleta e amostragem que seja representativa das características da área, conforme mencionado anteriormente. Além disso, nesse

momento é importante reforçar a necessidade da realização de limpeza dos pneus das máquinas que estão sendo utilizadas em práticas de pulverização da cultura, para evitar a disseminação de nematoides de áreas infestadas para não infestadas, visto que a população de nematoides é maior nessa fase da cultura.

Durante a colheita e plantios subsequentes

Os nematoides que parasitam o algodoeiro são capazes de sobreviver nos restos de cultura, servindo como fonte de inóculo para os plantios subsequentes. Assim, na colheita, os cuidados citados anteriormente, como a limpeza de pneus dos implementos agrícolas e a realização de atividades de áreas infestadas por último, devem ser mantidos. Após a colheita, atenção especial deve ser dada para a destruição dos restos da cultura. A destruição das raízes da cultura logo após a colheita é uma estratégia simples e importante para a redução de fontes de inóculo de nematoides na área antes do próximo plantio. Após a destruição dos restos culturais do algodoeiro, pode-se optar por técnicas que assegurem a diminuição da densidade populacional dos nematoides para os plantios subsequentes, como relatado a seguir.

Alqueive ou alqueive úmido

O alqueive é uma prática que pode ser adotada em situações em que a população de nematoides na área estiver muito elevada, contudo, ressalta-se que essa tática de controle é a última opção que deve ser utilizada em áreas com o sistema de plantio direto estabelecido. Essa prática consiste em realizar arações e gradagens periódicas, seguidas da manutenção da área limpa e sem vegetação por um período mínimo de três meses. O alqueive pode reduzir substancialmente a população de fitonematoides no solo, por meio da exposição da camada de solo arável aos raios solares (HUANG e PORTO, 1988). A eficácia desta medida vai depender da duração de exposição aos raios solares, da temperatura e da umidade do solo. Entretanto, se as plantas daninhas forem deixadas ou crescerem voluntariamente na área, os benefícios do alqueive serão prejudicados, uma vez que muitas espécies de plantas daninhas comuns em áreas de produção de algodão são hospedeiras das espécies de nematoides que o atacam.

A eficácia do alqueive pode ser maximizada se realizada em períodos de ocorrência de chuvas seguidos de dias ensolarados, ou, ainda, pelo uso da irrigação em dias ensolarados, sendo, neste caso, denominada de alqueive úmido. No alqueive úmido, a presença de umidade do solo permitirá a eclosão dos ovos e a movimentação dos juvenis de fitonematoides presentes na área, que, após o revolvimento do solo na ausência de plantas hospedeiras, causará a morte dos nematoides por perda de energia de reserva corporal (DUTRA et al., 2006). Essa prática é eficaz no controle do nematoide das galhas e de outras espécies de fitonematoides.

Rotação e/ou sucessão com espécies vegetais de cobertura do solo ou adubação verde em áreas infestadas

Em áreas que atingiram níveis populacionais críticos de fitonematoides, sugere-se a sucessão com culturas de cobertura com más hospedeiras (que multiplicam pouco o nematoide), seguidas de incorporação dos restos culturais no solo. Considerando resultados de pesquisas envolvendo as três espécies de nematoides de importância econômica para a cultura do algodoeiro no Brasil, as opções de plantas mais indicadas, de acordo com espécie de nematoide diagnosticado na área, podem ser visualizadas na Tabela 1. Vale ressaltar que, para casos onde se tem infestação múltipla, ou seja, a presença de mais de uma espécie ou, em casos extremos, as três espécies de nematoides na área, espécies de plantas resistentes são raras. Nesse caso, uma das opções é o cultivo de *Crotalaria spectabilis* e *C. breviflora* nessas áreas, pois apresentam capacidade de supressão às três espécies.

As plantas de cobertura, além de agirem como adubo verde e contribuir para a supressão de nematoides pela dificuldade de alimentação proporcionada, colaboram para o aumento da matéria orgânica do solo, que também atua na supressão de nematoides. A matéria orgânica estimula o aumento do controle biológico natural no solo, em virtude do aumento na população de inimigos naturais dos fitonematoides (fungos, bactérias, actinomicetos, nematoides nematófagos, etc.), além de liberar substâncias tóxicas aos nematoides e promover o condicionamento das propriedades do solo.

Tabela 1. Reação de espécies vegetais (cobertura do solo ou adubação verde) aos principais fitonematoides patogênicos ao algodoeiro no Brasil.

Espécie vegetal	Fitonematoide		
	<i>Pratylenchus brachyurus</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Rotylenchulus reniformis</i>
<i>Arachis prostrata</i> (Amendoim do campo)	-		-
<i>Cajanus cajan</i> (Guandu) ¹	MH/BH		
<i>Calopogonium mucunoides</i> (Calopogônio)	-		-
<i>Canavalia ensiformis</i> (Feijão-de-porco)	-		
<i>Centrosema pubescens</i> (Jetirana)	-		-
<i>Crotalaria breviflora</i>			
<i>Crotalaria juncea</i> ¹	NH/MH/BH		
<i>Crotalaria lanceolata</i>		-	
<i>Crotalaria mucronata</i> ¹	NH/MH		
<i>Crotalaria ochroleuca</i> ¹	NH/MH		
<i>Crotalaria paulina</i>			
<i>Crotalaria retusa</i>			
<i>Crotalaria spectabilis</i>			
<i>Crotalaria striata</i>			
<i>Crotalaria virgulata</i>			
<i>Indigofera hirsuta</i> (Anil)	-		-
<i>Lablab purpureus</i>	-		
<i>Mucuna deeringiana</i> (Mucuna-anã)			
<i>Mucuna aterrima</i> (Mucuna-preta)			
<i>Stylosanthes gracilis</i>	-		-
<i>Trifolium</i> spp. (Trevo-comum)	-		
<i>Vicia sativa</i> (Ervilhaca comum) ¹	-	NH/BH	
<i>Vicia villosa</i> (Ervilhaca peluda)	-		
<i>Sorghum bicolor</i> (Sorgo) ¹		NH/MH	
<i>Pennisetum glaucum</i> (Milheto) ¹	MH/BH		
<i>Brachiaria ruziziensis</i>			
<i>Brachiaria brizantha</i> cv Piatã			
<i>Panicum maximum</i> (Aruana, Mombaça e Tanzânia)			
<i>Raphanus sativus</i> (Nabo forrageiro)			

1 – Variável em função do genótipo; - Sem informação; NH = Não hospedeiro (não multiplica o nematoide); MH = Mau hospedeiro (multiplica pouco o nematoide); BH = Bom hospedeiro (multiplica muito o nematoide). Ideal; Regular; Não recomendável.

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al., 2002, Ferreira et al., 2012 e Inomoto e Asmus, 2014.

As crotalárias atuam de forma “direta” e/ou “indireta” na redução ou supressão da população de nematoides. A ação “indireta” consiste no fato de que essas plantas permitem que o nematoide penetre nas raízes num primeiro momento, mas não permitem a formação do sítio de alimentação (células nutridoras ou gigantes). Assim, por causa da dificuldade de alimentação, o nematoide não se desenvolve até a fase adulta, resultando em declínio na população (SILVA et al., 1989). A ação “direta” consiste no fato de que as crotalárias produzem a substância monocrotalina, que é um alcaloide capaz de inibir a movimentação do nematoide, reduzindo sua capacidade infectiva e, em consequência, o nível populacional desses fitoparasitas (WANG et al., 2002).

Para maior sucesso, sugere-se o cultivo de crotalárias por cerca de 80 dias, seguido de

incorporação da matéria verde ao solo em sistemas de plantio convencional e/ou dessecação antes da floração em sistema plantio direto. Nesse sistema, evita-se o início da floração, que, além de dificultar o processo de decomposição pela formação de alto volume de materiais lignificados de difícil decomposição, impede a formação de sementes e conseqüentes problemas de crescimento involuntário posteriores, além de evitar a proliferação de outros fitopatógenos beneficiados pela floração, como *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal do mofo-branco.

Rotação ou sucessão com cultivares resistentes ou não hospedeiras

A rotação ou sucessão utilizando cultivares de plantas resistentes ou não hospedeiras a nematoides é uma das práticas mais eficazes

na redução ou supressão da população desses parasitas em áreas infestadas. É importante que se conheça a frequência e a distribuição das espécies de fitonematoides em questão e a gama de cultivares resistentes à espécie. Contudo, apenas algumas cultivares resistentes a diferentes espécies e raças de nematoides estão disponíveis para as principais culturas de importância econômica, como soja, milho e algodão. Tais cultivares podem ser utilizadas em sucessão ou rotação com o algodoeiro sempre em combinação com outras medidas de controle já mencionadas.

Considerando que sob altas infestações os nematoides podem responder à pressão de seleção, passando a favorecer, na área infestada, o aumento populacional de raças ou biótipos capazes de causar doença em uma cultivar resistente, o uso da resistência genética é útil em áreas onde o nível de nematoides não é crítico (OVERSTREET et al. 2012). Em áreas com elevada pressão de inóculo, indica-se a adoção das medidas de controle já mencionadas por pelo menos duas safras, visando à redução da densidade populacional antes da adoção de cultivares resistentes. Em última análise, deve-se considerar que cultivares com resistência às três espécies de nematoides patogênicas ao algodoeiro ainda não foram desenvolvidas.

Outro aspecto importante é conhecer se a cultivar é realmente resistente ou apenas tolerante à espécie de nematoide presente na área. Cultivares tolerantes possuem a capacidade de produzir em níveis aceitáveis mesmo na presença de nematoides se comparadas a cultivares não tolerantes; entretanto, permitem o aumento da população, causando o agravamento do problema para os plantios subsequentes.

A utilização de plantas não hospedeiras de nematoides em sucessão ou rotação com o algodoeiro é uma prática interessante, porém poucas opções estão disponíveis. Outro agravante é que a espécie para cobertura vegetal visando à diminuição da população de nematoides, geralmente não traz um retorno financeiro imediato, com exceção da cultura do milho em alguns casos. Por outro lado, o algodoeiro pode ser utilizado como planta não hospedeira de certas espécies ou raças de nematoides que afetam outras culturas. Um bom exemplo da rotação ou sucessão com planta não hospedeira é o plantio de algodoeiro em áreas

infestadas por nematoides que afetam a cultura da soja, mas não afetam a cultura do algodoeiro, como o nematoide dos cistos.

Em condições de baixas infestações, pode-se optar pelo plantio de cultivares de culturas anuais, economicamente importantes para a região e geneticamente resistentes a nematoides. Dentro das possibilidades, sugere-se o plantio de soja, sorgo, milho ou milheto resistentes às espécies de nematoides presente na área. Nessas áreas recomenda-se a utilização prévia das práticas de controle supracitadas de forma integrada envolvendo principalmente a rotação ou sucessão com espécies de plantas não hospedeiras ou antagonistas, visando à redução da população inicial dos nematoides e, posteriormente, a utilização de cultivares de algodoeiro e/ou outra espécie de importância econômica resistentes à espécie de nematoide em questão. Dessa forma, evita-se a seleção na área infestada, de raças capazes de infectar o algodoeiro e outras culturas anteriormente tidas como resistentes aos nematoides.

Referências

- AGROFIT. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 24 set. 2014.
- ASMUS, G.L.; GALBIERI, R. Densidade populacional e distribuição espacial de *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis* em algodoeiro em sistema de plantio adensado. **Nematologia Brasileira**, v. 37, n. ¾, p. 42-47, 2014.
- ASMUS, G. L.; INOMOTO, M. M.; SILVA, R. A.; GALBIERI, R. Manejo de nematoides. In: FREIRE, E. C. (Ed.). Algodão no cerrado do Brasil. 2. ed. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2011. p. 639-675.
- DROPKIN, V.H. **Introduction to Plant Nematology**. New York: John Wiley & Sons, New York, NY. 1980. 293 p.
- DUTRA, M. R.; CAMPOS, V. P.; ROCHA, F. S.; SILVA, J. R. C.; POZZA, E. A. Manejo do solo e da irrigação no controle de *Meloidogyne incognita* em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 4, p. 405-407, 2006.

FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; LAMAS, F. M. ; ASMUS, G. L. ; MIRANDA, J. E. ; BOGIANI, J. C. ; SUASSUNA, N. D. **Plantas que Minimizam Problemas do Sistema de Produção do Algodoeiro no Cerrado**. Campina Grande, PB: Embrapa, 2012. 4p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, nº 371).

GALBIERI, R.; SILVA, J.; ASMUS, G.; VAZ, C.; LAMAS, F.; CRESTANA, S.; TORRES, E. D.; FARIAS, A.; FALEIRO, V. O.; CHITARRA, L. G.; RODRIGUES, S. M.; STAUT, L. A.; MATOS, E. S.; SPERA, S. T.; DRUCK, S.; MAGALHÃES, C. A. S.; OLIVEIRA, A. A. E.; TACHINARDI, R.; FANAN, S.; SANTOS, N. R. R.; SANTOS, T. **Áreas de produção de algodão em Mato Grosso: nematoides, murcha de Fusarium, sistemas de cultivo, fertilidade e física de solo**. Cuiabá, MT. Instituto Mato-grossense do Algodão, 2014. 16p. (IMAmt. Circular técnica, n.8), 2014.

GOULART, A. M. C. **Análise Nematológica: importância e princípios gerais**. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. 2010. 45p.

HUANG, S. P.; PORTO, M. V. F. Efeito do alqueive na população dos nematoides-das-galhas e na produção de cenoura. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 4, p. 377-381, 1988.

INOMOTO, M. M. I Avanços da pesquisa para o manejo de nematoides do algodoeiro. V Congresso Brasileiro de Algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador, BA. Resumos. Salvador: Abapa ; Embrapa Algodão, 2005. 352p

INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. Adubos verdes das famílias Fabaceae e Mimosaceae para o controle de fitonematoides. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROZIANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D.(Org.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**. Fundamentos e prática. 1 ed. Dourados (MS): Embrapa Agropecuária Oeste, 2014, v. 1, p. 441-479.

MATOS, P. S.; COIMBRA, J. L.; DA SILVA SANTOS, F.; DOS SANTOS, J. B. Ocorrência de fitonematóides em plantios de algodão no oeste da Bahia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 10, n. 2, p. 29-38, 2010.

NCC - NATIONAL COTTON COUNCIL OF AMERICA. Soil Sampling to Assess Cotton Nematode Population Distributions and Densities. National Cotton Council of America. Disponível em: [htm > www.cotton.org/tech/pest/nematode/soil.cfm](http://www.cotton.org/tech/pest/nematode/soil.cfm). Acesso em: 23/09/2015.

OVERSTREET, C. KOENNING, S. KEMERAIT, B.; NOCHOLS, B. Managing nematodes in cotton-based cropping systems, 2012. Cotton incorporated. Disponível em: [htm > www.cottoninc.com/](http://www.cottoninc.com/). Acesso em: 23/09/2015.

POWELL, N. T. "Interactions between nematodes and fungi in disease complexes." **Annual Review of Phytopathology**, v.9, n.1 p. 253-274, 1971.

RIBEIRO, N. R.; SILVA, J. F. V.; MEIRELLES, W. F.; CRAVEIRO, A. G.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, F. G. Avaliação da resistência de genótipos de milho, sorgo e milheto a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.102-103, 2002

SILVA, G. S.; FERRAZ, S.; SANTOS, J. M. Atração, penetração e desenvolvimento de larvas de *Meloidogyne javanica* em raízes de *Crotalaria* spp. **Nematologia Brasileira**, v.13, p. 151-163, 1989.

SILVA, R.A.; SERRANO, M.A.S.; GOMES, A.C.; BORGES, D.C.; SOUZA, A.A.; ASMUS, G.L.; INOMOTO, M.M. Nematoides associados ao algodoeiro no Estado do Mato Grosso. In: IV Congresso Brasileiro de Algodão, 2003, Goiânia. Algodão: um mercado em evolução, 2003.

SUASSUNA, N.D; COUTINHO, W.M Manejo das principais doenças do algodoeiro no cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília DF: ABRAPA, 2007. p. 479- 521.

SUASSUNA, N.D.; COUTINHO, W.M.; ASMUS, G. L; INOMOTO, M. M.; CHITARRA, L.G.. Manejo de doenças do algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. M., AZEVEDO, D. M. P. (Ed.S.) **O agronegócio do algodão no Brasil**. v. 2. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 984-1032.

WANG, K. H.; SIPES, B. S.; SCHMITT, D. P. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v. 32, p. 35-57, 2002.

**Comunicado
Técnico, 376**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Algodão

Endereço: Oswaldo Cruz, 1143 Centenário

Fone: (83) 3182 4300

Fax: (83) 3182 4367

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br/algodao

1ª edição (2015): On-line

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



**Comitê de
publicações**

Presidente: Valdinei Sofiatti

Secretário-Executivo: Geraldo Fernandes de S. Filho

Membros: Dartanhã José Soares, Everaldo Paulo de
Medeiros, Francisco José Correia Farias,
João Henrique Zonta, José Ednilson
Miranda, Máira Milani, Nair Helena Castro
Arriel e Thaise Dantas de Almeida Xavier

Expediente

Supervisão editorial: Geraldo Fernandes de S. Filho

Revisão de texto: Everaldo Correia da Silva Filho

Normalização bibliográfica: Maria Gorette dos S. Silveira

Editoração eletrônica: Geraldo Fernandes de S. Filho